

**Die Wirkung von Äthernarkose
auf die Stirnhirnrinde von Albinoratten**
Karyometrische Untersuchungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Hans Peter Wald
aus
Oberneufnach

1973

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly
Referent: Prof. Dr. K. Fr. Bauer

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 1. 1973

Anatomisches Institut der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen–Nürnberg
Vorstand: Prof. Dr. K. Fr. BAUER

Die Wirkung von Äthernarkose auf die Stirnhirnrinde von Albinoratten: D 29

Karyometrische Untersuchungen

H. ADHAMI und H. P. WALD

Einleitung und Fragestellung

Das Ziel der Untersuchungen bestand in dem Nachweis funktionell bedingter Veränderungen des Nervensystems. Bestimmte Organellen der Nervenzelle, wie die Neurofibrillen, scheiden wegen der Inkonstanz ihrer morphologischen Erscheinung, das heißt wegen der außerordentlichen Launenhaftigkeit der Neurofibrillenfärbung, als Objekt für diese Untersuchung aus.

BINZ [1877] stellte nach Einwirkung von Morphin, Chloralhydrat, Chloroform und Äther eine Trübung des Zytoplasmas fest, während NISSL [1898] durch Giftversuche (Tetanus-Toxin, Strychnin, Äther und Chloroform) funktionelle und morphologische Zusammenhänge studierte. WATZKA [1939] befaßte sich mit der Veränderung des Golgiapparates, der unter Narkose (Chloroform) einer Formwandlung unterworfen ist – der Golgiapparat der Spinalganglienzellen des Igels zeigt je nach Narkosestärke einen Strukturwandel, der bis zu seinem Zerfall beim Chloroformtod führt.

In wieweit der Nervenzellkern auf Reize reagiert, beziehungsweise am nervösen Geschehen, neben seiner trophischen Tätigkeit beteiligt ist, ist eine noch zu lösende Frage. KORNMÜLLER stellte 1947 den Begriff des «Kern-Neuriten-Systems» auf und billigte dem Kern damit eine zentrale Funktion im nervösen Geschehen zu. Unsere Befunde führen uns zwangsläufig auf diese Theorie.

BIELSCHOWSKY sagt 1928: «Für die Beurteilung der jeweiligen Leistungsfähigkeit der Zelle und für die Frage, ob vorhandene Veränderungen noch reversibel sind, oder zum Zelluntergang führen, gibt das histologische Verhalten des Kerns oft wichtigere Anhaltspunkte als dasjenige der zytoplasmatischen Strukturen». Damit ist gesagt, daß der Zellkern (besonders Nervenzellkern) bei Beurteilung der funktionellen und morphologischen Zusammenhänge in die engere Betrachtung einbezogen werden muß. Die neuesten elektronenmikroskopischen Befunde an der fötalen menschlichen Hirnrinde [BAUER und VESTER, 1965] zeigen nun, daß die Nervenzellkerne neben ihren vielgestaltigen Kernformvariationen auch einem Formwandel unterworfen sind, der von BAUER als Satellitenbildung gekennzeichnet wird. Dieses Phänomen ist im Zusammenhang mit einer Rotationsbewegung des Kernes um seinen Mittelpunkt zu deuten. Während der Satellitenbildung, die durch eine Rotationsbewegung des ganzen Kernes verursacht wird, ist auch eine undulierende



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548410_0091



Kernmembran zu beobachten. Diese Undulation wird als Ausdruck der inneren Substanzbewegung des Kernes verstanden, die sich auf die Kernmembran wellen- und strahlenförmig fortpflanzt. Als weiteren auffälligen Befund findet man einen Substanztausch zwischen Kern und Zytoplasma in beiden Richtungen. Dieses geschieht schubartig, wobei Nukleoplasmasubstanzen (Granula) in das Zytoplasma hineingeschleust werden. Neben dieser Form von Substanztausch gibt es eine tropfenförmige Ausscheidung der Kernsubstanz in das Zytoplasma. Sie erfolgt in kompakten Tropfen vom Kern aus explosionsartig in das Zytoplasma.

KRANTZ [1955] hat in Epithelgewebeskulturen (Nierenpapillen neugeborener Mäuse) unter Einwirkung von Äther, Chloroform und Alkohol neben einer Schwan-
kung (Verminderung) der Kernvolumina = Kernpulsation in der Narkose (15 min) bis zu 50 % auch eine Rotationsbewegung des Kernes um Längs- und Querachse beobachtet. Bei dieser Bewegungsform kommt es um jeden Kern zur Bildung einer granulationsfreien Zone, nähert sich ein Granulum der Kernmembran, wird es abgeschleudert.

In unserer Arbeit soll mit Hilfe der Karyometrie die Reaktion der Nervenzellkerne auf eine einstündige Äthernarkose geklärt werden.

Material und Methodik

Unser Material bestand aus 12 männlichen Albinoratten mit einem durchschnittlichen Gewicht von 300 bis 350 g. Sechs Tiere wurden einer einstündigen Äthernarkose ausgesetzt und in der Narkose durch Quetschung des Halsmarkes getötet. Die Kontrolltiere erfuhren die gleiche Behandlung ohne vorherige Narkose. Bei allen Ratten setzten wir nach Abtragung der Kalotte und Herausnahme des Gehirns das Frontalhirn vor dem Chiasma opticum ab. Die 5 mm dicken Frontalschnitte gelangten nach Fixierung in Carnoy und Transport durch die Alkoholreihe in Paraffin zur Einbettung. 10 μ m dicke, mit saurem Hämatoxylin nach Ehrlich gefärbte Frontalschnitte dienten der karyometrischen Untersuchung. Zur histologischen Beurteilung wurde außerdem die Hälfte der Schnitte mit Toluidin nach Nissl gefärbt.

Zur Kernmessung haben wir die Kernumrisse der Nervenzellen unterhalb der zellarmen ersten Schicht mit Hilfe des Leitzschen Mikroprojektionsgerätes Typ XI C bei 2500facher Vergrößerung gezeichnet. Die Zahl der gemessenen Kerne betrug pro Tier ca. 350–400. Nach Ermittlung des größten Durchmessers und der dazu Senkrechten ergaben die Produkte beider Diameter ein relatives Maß der Kernflächen. Die Einzelwerte wurden nach Kernklassen geordnet und ihre Verteilung in einer Kerngrößenfrequenzkurve dargestellt. Außerdem erfolgte die Berechnung der Mittelwerte der einzelnen Tiere mit Hilfe eines Rechners Typ Algol-Master 360.

Da es sich hier um reine Vergleichsuntersuchungen handelt, ist eine Bestimmung der Kernvolumina nach RATHER [1956] nicht notwendig: «If the goal is no more than to establish a relationship between nuclear size and some physiological and pathological processes, the conversion of linear measurement into volumes, practiced by many investigators, would seem to have only the negative merit of cubing the error.»

Befunde

Bei dem mikroskopischen Bild der Stirnhirnrinde der Albinoratte findet sich das typische Bauprinzip der Nagetiere mit sechs Schichten [BRODMANN].

Die Nervenzellkerne unterhalb der zellarmen ersten Schicht zeigen eine Größenvariabilität, sie sind annähernd rund und heben sich scharf gegen das Zytoplasma ab, wobei sie in sich die Kernkörperchen hervortreten lassen.

Bei den behandelten Tieren kann durch lichtmikroskopisches Studium keine pathomorphologische Veränderung festgestellt werden.

Bei stärkerer Vergrößerung (730fach) kommt ein Größenunterschied zwischen den Nervenzellkernen der behandelten und nicht behandelten Versuchstiere, wenn auch nicht sehr ausgeprägt, so doch sichtbar, zum Vorschein. (Abb. 2, 3).

Dieser Größenunterschied wird noch deutlicher bei Betrachtung der bei 2500facher Vergrößerung gezeichneten Kernumrisse. Durch die quantitative Auswertung findet dieser Größenunterschied seine Bestätigung.

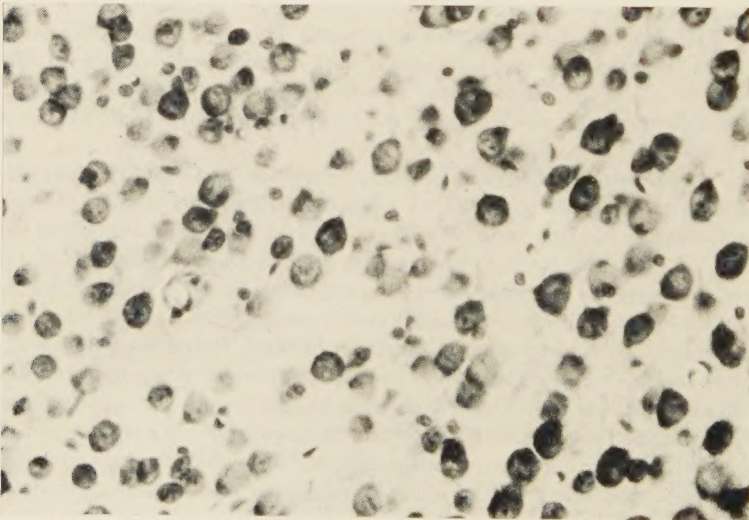


Abb. 1. Ausschnitt der Frontalhirnrinde der Albinoratte unterhalb der zellarmen ersten Schicht. Toluidinfärbung nach Nissl. Vergrößerung: Objektiv 16; Optovar 2; Okular 3,2. Endvergrößerung: 350fach.

Der Mittelwert der relativen Kernflächen zeigt uns eine deutliche Volumenabnahme der Kerne der narkotisierten Versuchstiere gegenüber denen der Kontrolltiere. Dabei liegen die Mittelwerte der

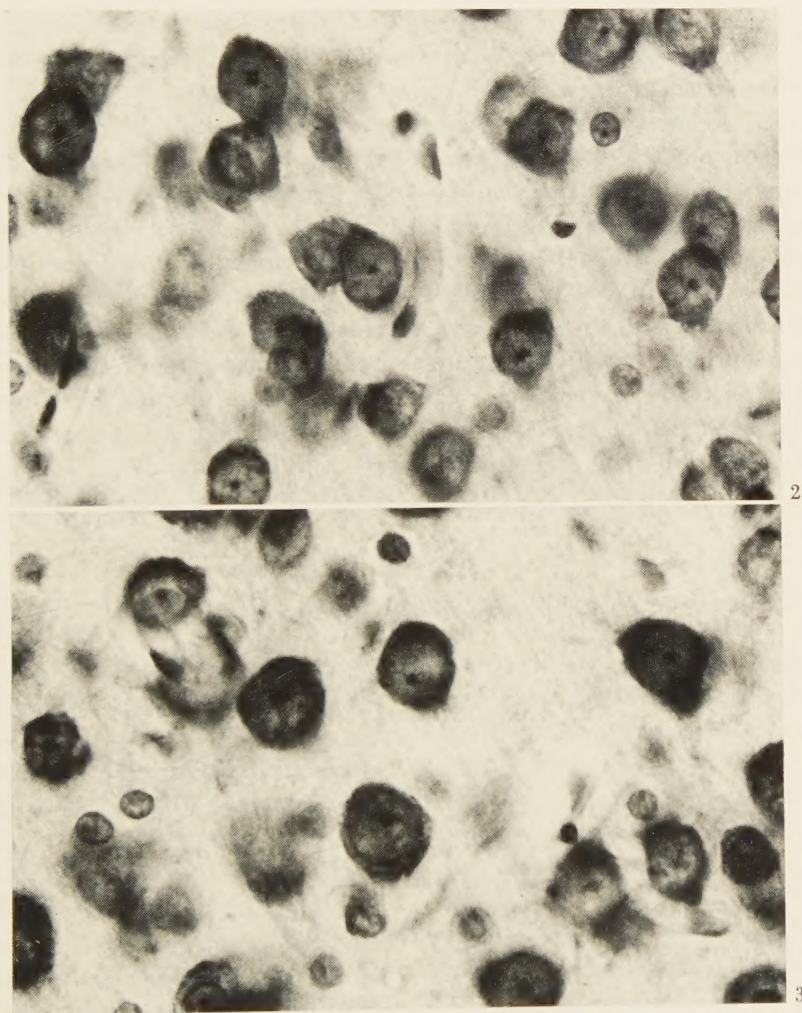


Abb. 2. Nervenzellkerne der Stirnhirnrinde der Albinoratte (narkotisiert). Toluidinfärbung nach Nissl. Vergrößerung: Objektiv 40; Optovar 2; Okular 3,2. Endvergrößerung: 730fach.

Abb. 3. Nervenzellkerne der Stirnhirnrinde der Albinoratte (ohne Narkose). Toluidinfärbung nach Nissl. Vergrößerung: Objektiv 40; Optovar 2; Okular 3,2. Endvergrößerung: 730fach.

Narkosetiere zwischen 534 und 610, mit Ausnahme von einem, der bei 708 liegt. Die Mittelwerte des Vergleichsmaterials bewegen sich zwischen 822 und 1010. Die Mittelwerte der Mittelwerte beider Versuchsreihen betragen 585 für narkotisierte und 913 für nicht narkotisierte Tiere. Es ergibt sich hieraus eine signifikante Volumenverminderung unter Einwirkung der Äthernarkose von ca. 36 %.

Die Kerngrößenfrequenzkurven der einzelnen Tiere zeigen eine relativ breite Streuung der Kerngrößen an (Abb. 4).

Die kleinsten Kerngrößen liegen zwischen 300 und 400, die großen zwischen 800 und 900, vereinzelt auch bis 1000, wobei die am stärksten vertretenen Klassen bei 400–700 liegen. Bei den nicht narkotisierten Kontrolltieren sind die kleinsten Kerne zwischen 500 und 600, die großen zwischen 1300 und 1400, mit einem Maximum bei den Klassen zwischen 800 und 1000. Die Mittelwerte beider Kollektive wurden in zwei Frequenzkurven aufgetragen, auf der Ordinate der prozentuale Anteil der Kerne, auf der Abszisse die Kernklassen (Abb. 5). Hier zeigt sich eine deutliche Linksverschiebung der Kurve der behandelten Tiere gegenüber der der Kontrolltiere, wobei noch auffällt, daß die Narkosetiere weniger Kernklassen aufweisen.

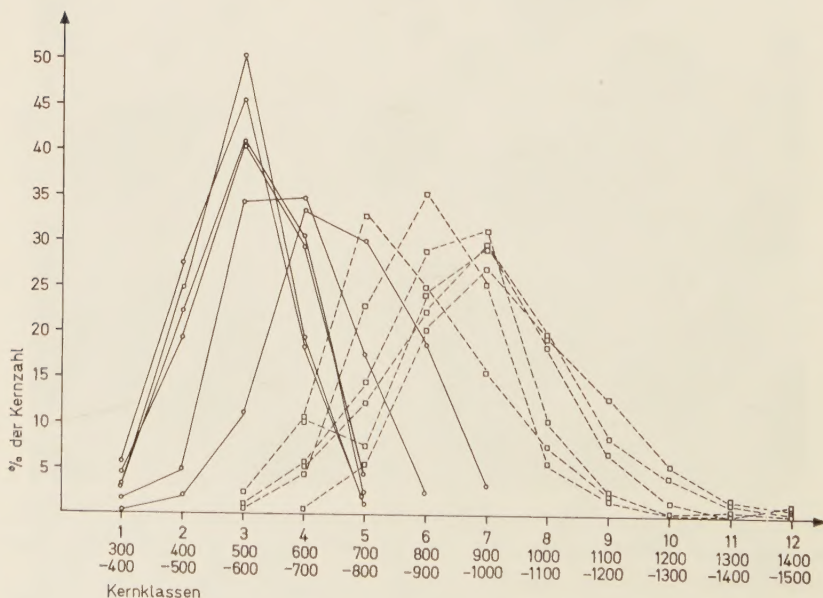


Abb. 4. Kerngrößenfrequenzkurve der einzelnen Versuchstiere. Ordinate = % der Kernzahl, Abszisse = Kernklassen. ○—○ mit Narkose. □.....□ Ohne Narkose.

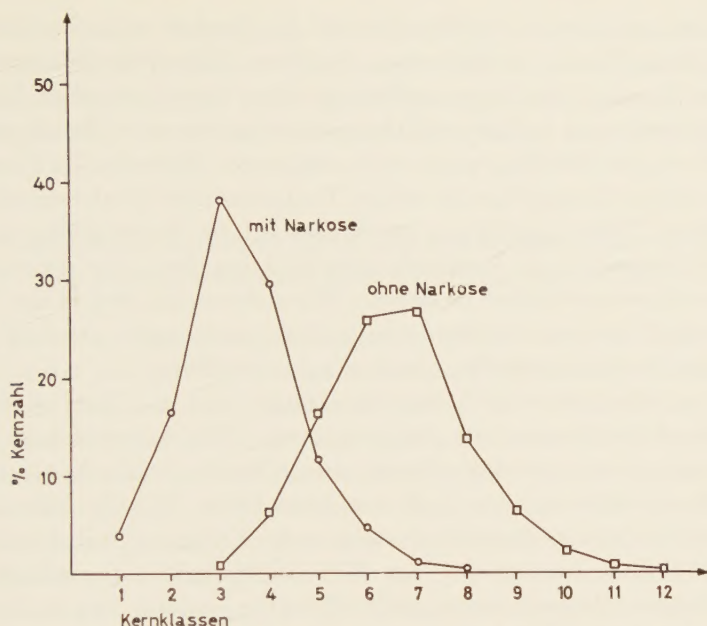


Abb. 5. Vergleichskurven beider Kollektive nach Kernklassen eingeteilt. Ordinate: % der Kernzahl. Abszisse: Kernklassen. ○—○ Narkosetiere. □—□ Kontrolltiere.

Zusammenfassung und Diskussion

Auf karyometrischem Wege wurde versucht, funktionell bedingte Veränderungen der Nervenzellkerne nach einer einstündigen Äthernarkose nachzuweisen. An den Nervenzellkernen unter der zellarmen ersten Schicht der Stirnhirnrinde der Albinoratten erfolgte die Bestimmung der relativen Kernflächen (Produkt des größten Durchmessers und der dazu Senkrechten). Das Ergebnis zeigt eine signifikante Verminderung dieser Fläche gegenüber der Kernfläche der Kontrolltiere um 36 %.

Die Volumenreduktion der Nervenzellkerne, die sich aus der Verkleinerung der relativen Kernflächen ergibt, wird als morphologisch sichtbarer Indikator einer herabgesetzten Nervenzellfunktion, die durch die Narkose verursacht wurde, betrachtet. Diese evidente Größenabnahme der Nervenzellkerne führt uns zu einer Bestätigung und Ergänzung der Befunde, welche KRANTZ 1947 an den motorischen Vorderhornzellen des Rückenmarkes nach Äthernarkose festgestellt hat. Das gleiche Resultat lieferten Untersuchungen, die

ADHAMI und ACBOWU 1969 im Bereich des Nucleus rotundus thalami beim Frosch unter zweistündiger Narkose (Äther) durchführten.

Die Reaktion der Nervenzellkerne unter experimentellen Bedingungen zeigt uns, daß sie auf Äthernarkose mit einer Größenabnahme reagieren, die allerdings nach den vorliegenden Befunden im Frontalhirn stärker ausgeprägt ist als im Thalamus und Rückenmark des Frosches. Diese Einwirkung des Äthers auf die Nervenzellkerne der Stirnhirnrinde ist als Ausdruck einer funktionellen, aber reversiblen Kernvolumenreduktion zu deuten. Wir nehmen an, daß in der Narkose die Funktion der Nervenzelle wenn auch nicht gänzlich aufgehoben, so doch zumindest stark eingeschränkt ist.

Diese Funktionseinschränkung drückt sich in einer Größenabnahme des Kernes, wie festgestellt, aus. Die Kernreaktion (Volumenabnahme oder Schwellung) ist als Zeichen eines bestimmten Tätigkeitszustandes der Zelle zu betrachten. Die Zunahme der Kerngröße, gemessen an der Netzhaut des Frosches, Stäbchenkerne um 30 % und Zapfenkerne um 25 %, in Helligkeit gegenüber der Dunkelheit [BENNINGHOFF, 1949/51] ist ein weiterer Beweis für die Zusammenhänge der Zellkerngröße mit der Zellfunktion.

Die Volumenverminderung der Nervenzellkerne ist offenbar mit einer Herabsetzung des Stoffwechsels der Zelle verbunden, wie an den Befunden von QUASTEL *et al.* [1965] zu sehen ist, die eine Erniedrigung der Glukoseoxydation und eine Verminderung des Glukosetransportes in die Zelle erbrachten; auch konnte McDOWALL [1967] eine Verschlechterung der Sauerstoffaufnahme der Hirnrinde in der Narkose nachweisen.

Nach den angeführten Tatsachen können die Größenschwankungen der Nervenzellkerne nicht nur durch alleinige Wasserverschiebungen zwischen Kern und Zytoplasma gedeutet werden [BENNINGHOFF, 1949/51], sondern sie müssen wohl als Ausdruck eines komplizierteren Geschehens gesehen werden. Das funktionelle Zusammenspiel zwischen dem Nervenzellkern und Zytoplasma wird bei elektronenmikroskopischer Untersuchung besonders deutlich – erkennbar an einem regen Substanztausch zwischen Karyoplasma und extranukleärem Raum, der sich in beiden Richtungen vollzieht [BAUER und VESTER, 1965].

Ob der Kern eine zentrale Bedeutung im nervösen Geschehen einnimmt, etwa im Sinne des «Kern-Neuriten-Systems» von KORNMÜLLER, ist eine in diesem Zusammenhang nicht unwichtige Frage.

Eine indirekte Beteiligung des Kernes am nervösen Geschehen könnte auf dem Wege eines Substanz austausches zwischen Kern und extranukleärem Raum, wie sie elektronenmikroskopisch und in dieser Arbeit quantitativ nachgewiesen wurde, seine Erklärung finden.

Die Funktionelle Bedeutung der Kernvolumenschwankung im Lichte der These Kornmüllers vom «Kern-Neuriten-System»

«Das in der Darstellung konstanteste Bauelement der Ganglienzelle ist der Zellkern. Dies, seine besondere Differenziertheit und die Tatsache, daß der Kern auch am Aufbau des 'Zytoplasmas' der Ganglienzelle wesentlich beteiligt ist, müßte eigentlich den Kern längst zu einem hervorragenden Objekt der Forschung gemacht haben. Wir müssen demgegenüber feststellen, daß weder die Histologie noch die Physiologie dem Kern (im Verhältnis zu anderen Bestandteilen der Ganglienzelle und des Nervensystems überhaupt) eine besondere Bedeutung für die eigentliche nervöse Leistung zugeschrieben hat.»

Mit diesen Worten charakterisiert KORNMÜLLER 1947 den Stand der Diskussion in bezug auf die funktionelle Bedeutung des Nervenzellkernes.

Die engen topistischen Beziehungen der perinukleären Neurofibrillen zum Nervenzellkern — wie sie sich lichtmikroskopisch darstellen — und die auffällige Tatsache, daß im Nisslbild der Abgangskegel des Neuriten frei von Nisslsubstanz bleibt (Abb. 6), fordern ja geradezu eine funktionelle Verknüpfung von Kern und Neuriten (Neurofibrillen).

Unter Einbeziehung histochemischer Befunde von CASPERSSON und HYDEN und besonderer Berücksichtigung des Neurofibrillen- und Nisslbildes der Nervenzelle prägte KORNMÜLLER als letzte Folgerung aller seiner Überlegungen den Begriff des «Kern-Neuriten-Systems». Diesem System spricht er wichtige Funktionen im Rahmen der Erregungsleitung und Erregungsverarbeitung im Sinne einer intrazellulären Synapse zu.

Das elektronenmikroskopische Erscheinungsbild des Kern-Plasmakomplexes soll hier nicht im einzelnen hinsichtlich dieser These berücksichtigt werden.

Es sei dazu nur kurz von PORTER und BONNEVILLE [1965] folgendes zitiert: «... Dazwischenliegende Zonen des Zytoplasmas er-

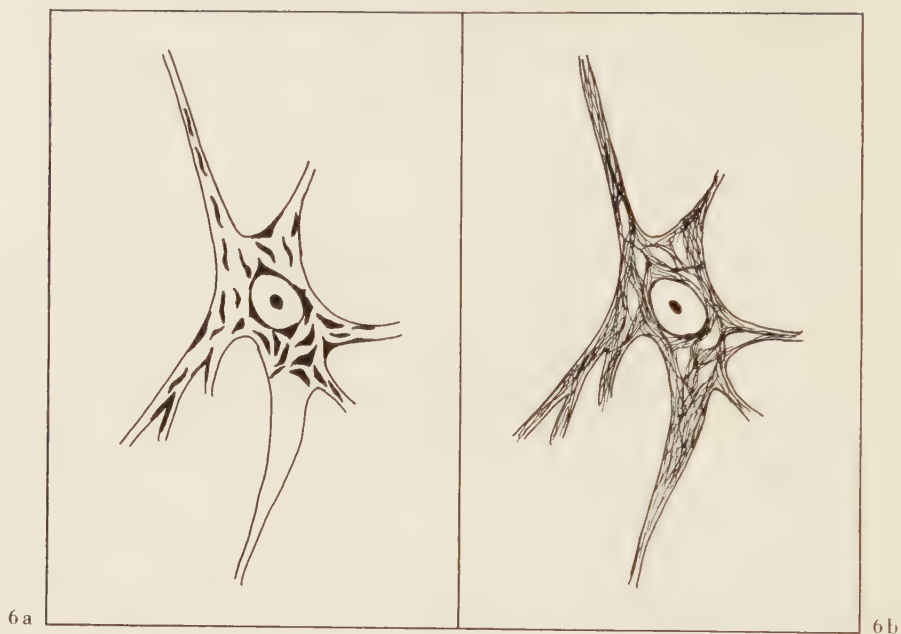


Abb. 6. Schematische Darstellung der Nervenzellen: *a* Nisslsubstanz; *b* Neurofibrillen.

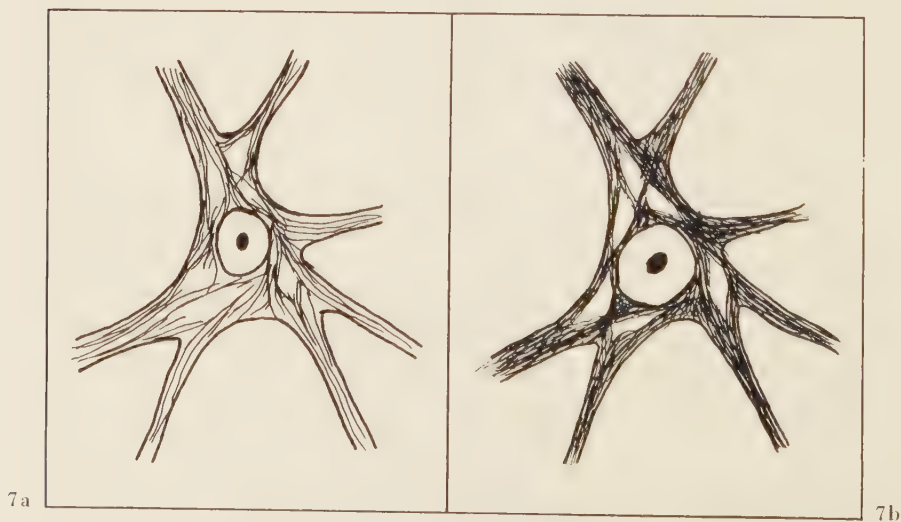


Abb. 7. Schematische Darstellung der Neurofibrillen: *a* bei Kernverkleinerung; *b* bei Kernvergrößerung.

scheinen weniger dicht als Nissl-Substanz, an günstigen Stellen sieht man, daß sie feine Filamente, die Neurofilamente, enthalten, die besonders häufig im Axoplasma gefunden werden. Ob sie Stützelemente sind oder in der Erregungsleitung eine Rolle spielen, konnte noch nicht aufgeklärt werden».

Wird ein Bestandteil eines Systems verändert, hier der Nervenzellkern – die Neurofibrillen wurden aus bestimmten Erwägungen heraus nicht untersucht – so muß sich die Funktion des gesamten Systems ändern. Der Kern, dem die Erregung nach KORNMÜLLER auf dem Wege über die Nissl-Substanz mitgeteilt wird, erregt unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. ausreichende Summation) das austretende Fibrillensystem weiter.

Die Kernvolumenabnahme nach der Äthernarkose muß diesen Vorgang hemmend beeinflussen oder mit anderen Worten: Die Kernvolumenabnahme ist der morphologisch erfaßbare Ausdruck einer Hemmung.

Die Nervenzellkernvolumenzunahme oder die Abnahme der Nervenzellkerngröße muß durch Substanzverschiebungen zwischen Kern und Zytoplasma vor sich gehen, für die anatomisch mehrere Möglichkeiten nachgewiesen sind, z.B. Kernporen und Satellitenbildung. Substanzverschiebungen, welcher Art auch immer, seien es Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate oder Elektrolyte, beeinflussen natürlich die Erregungsleitung. In Abbildung 7 sind diese Zusammenhänge anhand eines einfachen Schemas verdeutlicht.

Durch die Schwellung der Kerne kommt es zu einer Kompression des austretenden Neurofibrillenbündels, bei einer Volumenabnahme zu einer Auflockerung dieses Bündels, verbunden entweder mit einer Funktionssteigerung oder Funktionshemmung.

Unsere Befunde lassen sich so zwanglos auf KORNMÜLLERS These beziehen und erhalten in Verbindung mit dieser These eine zwingende funktionelle Ausdeutung.

Zusammenfassung

Die Nervenzellkerne der Stirnhirnrinde zeigen nach Einwirkung einer einstündigen Äthernarkose bei Albinoratten eine bereits subjektiv feststellbare Volumenreduktion, die nach karyometrischer Bestimmung 36 % betrug.

Vergleicht man diese Befunde mit früheren Ergebnissen, so läßt sich allerdings feststellen, daß die Nervenzellkerne des Frontalhirns eine bedeutend stärkere Volumenreduktion zeigen als Kerne in anderen Regionen des ZNS.

Der Befund wird als Ausdruck einer funktionellen Kernvolumenreduktion gedeutet und in ursächlichen Zusammenhang mit einem Substanz austausch zwischen Kern und Zytoplasma gebracht.

Die Bedeutung der Kernvolumenveränderungen, in besonderen der Kernvolumenreduktion für die Funktion des Nervengewebes wird unter Berücksichtigung der These KORNMÜLLERS vom «Kern-Neuriten-System» diskutiert.

Summary

After ether anesthesia lasting one hour, the nerve cell nuclei of the frontal lobes of albino rats show a subjectively visible reduction in volume, which was established karyometrically to be 36 %.

Comparing these findings with earlier results, it is clear that the nerve cell nuclei of the frontal lobes show a much greater reduction in volume than nuclei in other regions of the CNS.

This finding is regarded as a functional reduction in nuclear volume, resulting from a material exchange between nucleus and cytoplasm.

The significance of changes in nuclear volume, and particularly that involving the function of the nerve tissue is discussed in the light of Kornmüller's theory of a nuclear-neurite system.

Literatur

- ADHAMI, H. und ACBOWU, J.: Reaktion der Hirnzellen auf Narkotika. Karyometrische Untersuchungen am äthernarkotisierten Froschhirn. *Anat. Anz.* (im Druck).
- BAUER, K. FR. und VESTER, G.: Strukturprobleme des menschlichen Gehirns. *Z. nat. wiss.-med. Grundl. forsch.* 2: 361–409 (1965).
- BAUER, K. FR.: Organisation des Nervengewebes und Neurencyttiumtheorie (Urban & Schwarzenberg, München 1953).
- BENNINGHOFF, A.: Funktionelle Kernschwellung und Kernschrumpfung. *Anat. Nachr.* 1: 50–52 (1949/51).
- BIELSCHOWSKY, M.: Handbuch der mikroskopischen Anatomie. Nervensystem. Band 4/1, pp. 86–90 (Springer, Berlin 1928).
- BINZ, C.: Zur Wirkungsweise schlafmachender Stoffe. *Arch. exp. Path. Pharmacol.* 6: 310 (1877).
- BRODMANN, K.: Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde (Barth, Leipzig 1909).
- KORNMÜLLER, A. E.: Die Elemente der nervösen Tätigkeit (Thieme, Stuttgart 1947).
- KRANTZ, H.: Reaktion der Zellkerne auf Narkotika. *Z. Naturforsch.* 2b: 428–433 (1947).
- KRANTZ, H.: Lebendbeobachtungen an Zellkernen in Narkose. *Verh. Anat. Ges. Anat. Anz.* 101: 141–146 (1954/55).
- MCDOWALL, G.: The effects of clinical concentrations of halothane and blood flow and oxygen uptake of the cerebral cortex. *Brit. J. Anaesth.* 39: 186–196 (1967).
- NISSL, F.: Nervenzellen und graue Substanz. *Münch. med. Wschr.* 45b: 988–992 (1898).

- PORTER, K. R. und BONNEVILLE, M. A.: Einführung in die Feinstruktur von Zellen und Geweben (Springer, Berlin 1965).
- QUASTEL, J. H. and DULIN, L. D.: Effects of drugs on carbohydrate metabolism in brain; in BUNKER and VANDAM Effects of anaesthesia on metabolism and cellular function. *Pharmacol. Rev.* 17: 198–203 (1965).
- RATHER, L. J.: The significance of nuclear size in physiological and pathological processes. *Ergebn. allg. Path. path. Anat.* 38: 127–199 (1958).
- WATZKA, M.: Veränderungen des Golgi-Netzapparates nach Chloroformnarkose. *Z. mikr.-anat. Forsch.* 46: 622–626 (1939).

Eingegangen 2. März 1971

LEBENS LAUF

Am 16. Januar 1945 wurde ich, Hans Peter Wald, als erster Sohn und einziges Kind des Feinmechanikermeisters Hans Heinrich Wald und Berta Wald, geb. Pfluger, in Oberneufnach (Landkreis Mindelheim) geboren.

1952 zogen wir nach Gersthofen bei Augsburg. Dort besuchte ich bis zum Ende der 6. Klasse die Volksschule. 1957 wechselte ich an das Humanistische Gymnasium bei St. Stephan in Augsburg. 1966 legte ich die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich das Studium der Naturwissenschaften an der Universität München, im Sommersemester 1967 erfolgte der Wechsel an die Universität Erlangen. Dort begann ich das Studium der Medizin. Im April 1968 bestand ich die Naturwissenschaftliche Vorprüfung mit gutem Erfolg, im August 1969 die Ärztliche Vorprüfung mit sehr gutem Erfolg.

Im August 1970 heiratete ich Anneliese Jedelhauser aus Augsburg.

Am 19. Januar 1973 legte ich nach sechs klinischen Semestern das Medizinische Staatsexamen mit sehr gutem Erfolg ab.

Hans Peter Wald

